

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 10 MARS 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

CUMENT DE PRIORITÉ

ÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

IB 540 @ W/ 210502

REMISE DES PIÈCES		Réserve à l'INPI
DATE	5 MARS 2003	
LEU	38 INPI GRENOBLE	
N° D'ENREGISTREMENT	0302721	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE	- 5 MARS 2003	
PAR L'INPI		
Vos références pour ce dossier (facultatif)		PA1679FR
Confirmation d'un dépôt par télécopie		
<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie Cochez l'une des 4 cases suivantes		
<input checked="" type="checkbox"/> Demande de brevet <input type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		
<input type="checkbox"/> N° Date <input type="checkbox"/> N° Date		
<input type="checkbox"/> Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> N° Date		
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de délimitation d'un élément conducteur disposé sur une couche isolante, dispositif et transistor obtenus par ce procédé		
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		
Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		
<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique		
Nom ou dénomination sociale Commissariat à l'Energie Atomique		
Prénoms Etablissement Public de Caractère scientifique, technique et industriel		
Forme juridique N° SIREN		
Code APE-NAF 31- 33 rue de la Fédération		
Domicile ou siège	Rue	31- 33 rue de la Fédération
	Code postal et ville	75752 Paris
	Pays	
Nationalité française		
N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif) <input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
 page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES	Réervé à l'INPI
DATE	5 MARS 2003
LEU	38 INPI GRENOBLE
N° D'ENREGISTREMENT	0302721
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

PA1679FR

DB 540 W / 210502

G MANDATAIRE																																																																																														
<table border="1"> <tr> <td>Nom</td> <td>Hecké</td> <td>Jouvray</td> </tr> <tr> <td>Prénom</td> <td>Gérard</td> <td>Marie-Andrée</td> </tr> <tr> <td>Cabinet ou Société</td> <td colspan="2">Cabinet Hecké (S.A.)</td> </tr> <tr> <td>N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Adresse</td> <td>Rue</td> <td>World Trade Center - Europole</td> </tr> <tr> <td>Code postal et ville</td> <td>5, place Robert Schuman - BP 1537</td> </tr> <tr> <td>Pays</td> <td>38025 Grenoble Cedex</td> </tr> <tr> <td>N° de téléphone (facultatif)</td> <td colspan="2">France</td> </tr> <tr> <td>N° de télécopie (facultatif)</td> <td colspan="2">04 76 84 95 45</td> </tr> <tr> <td>Adresse électronique (facultatif)</td> <td colspan="2">04 76 84 95 48 hecke@dial.oleane.com</td> </tr> <tr> <td colspan="3">H INVENTEUR (S)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes</td> <td><input type="checkbox"/> Oui</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3">I RAPPORT DE RECHERCHE</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>Établissement immédiat ou établissement différé</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)</td> <td>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Oui</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Non</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>J RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</td> <td>Uniquement pour les personnes physiques</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>K SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</td> <td><input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>Le support électronique de données est joint</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>L Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes</td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">M SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>Gérard Hecké CPI 95-1201</td> <td>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</td> </tr> <tr> <td>Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410</td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>		Nom	Hecké	Jouvray	Prénom	Gérard	Marie-Andrée	Cabinet ou Société	Cabinet Hecké (S.A.)		N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			Adresse	Rue	World Trade Center - Europole	Code postal et ville	5, place Robert Schuman - BP 1537	Pays	38025 Grenoble Cedex	N° de téléphone (facultatif)	France		N° de télécopie (facultatif)	04 76 84 95 45		Adresse électronique (facultatif)	04 76 84 95 48 hecke@dial.oleane.com		H INVENTEUR (S)			Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques			<table border="1"> <tr> <td>Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes</td> <td><input type="checkbox"/> Oui</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)</td> </tr> </table>			Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui		<input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	I RAPPORT DE RECHERCHE			<table border="1"> <tr> <td>Établissement immédiat ou établissement différé</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)</td> <td>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Oui</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Non</td> </tr> </table>			Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt		<input type="checkbox"/> Oui		<input checked="" type="checkbox"/> Non	<table border="1"> <tr> <td>J RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</td> <td>Uniquement pour les personnes physiques</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG</td> </tr> </table>			J RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	Uniquement pour les personnes physiques		<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)		<input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG	<table border="1"> <tr> <td>K SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</td> <td><input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences</td> </tr> </table>			K SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	<table border="1"> <tr> <td>Le support électronique de données est joint</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>	La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>L Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes</td> <td></td> </tr> </table>			L Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		M SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		<table border="1"> <tr> <td>Gérard Hecké CPI 95-1201</td> <td>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</td> </tr> <tr> <td>Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410</td> <td></td> </tr> </table>	Gérard Hecké CPI 95-1201	VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410	
Nom	Hecké	Jouvray																																																																																												
Prénom	Gérard	Marie-Andrée																																																																																												
Cabinet ou Société	Cabinet Hecké (S.A.)																																																																																													
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel																																																																																														
Adresse	Rue	World Trade Center - Europole																																																																																												
	Code postal et ville	5, place Robert Schuman - BP 1537																																																																																												
	Pays	38025 Grenoble Cedex																																																																																												
N° de téléphone (facultatif)	France																																																																																													
N° de télécopie (facultatif)	04 76 84 95 45																																																																																													
Adresse électronique (facultatif)	04 76 84 95 48 hecke@dial.oleane.com																																																																																													
H INVENTEUR (S)																																																																																														
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques																																																																																														
<table border="1"> <tr> <td>Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes</td> <td><input type="checkbox"/> Oui</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)</td> </tr> </table>			Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui		<input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)																																																																																								
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui																																																																																													
	<input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)																																																																																													
I RAPPORT DE RECHERCHE																																																																																														
<table border="1"> <tr> <td>Établissement immédiat ou établissement différé</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																																																																																								
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																													
	<input type="checkbox"/>																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)</td> <td>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Oui</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Non</td> </tr> </table>			Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt		<input type="checkbox"/> Oui		<input checked="" type="checkbox"/> Non																																																																																						
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt																																																																																													
	<input type="checkbox"/> Oui																																																																																													
	<input checked="" type="checkbox"/> Non																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>J RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</td> <td>Uniquement pour les personnes physiques</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG</td> </tr> </table>			J RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	Uniquement pour les personnes physiques		<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)		<input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG																																																																																						
J RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	Uniquement pour les personnes physiques																																																																																													
	<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)																																																																																													
	<input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>K SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</td> <td><input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences</td> </tr> </table>			K SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences																																																																																										
K SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Le support électronique de données est joint</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>	La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>																																																																																								
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>																																																																																													
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>L Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes</td> <td></td> </tr> </table>			L Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes																																																																																											
L Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes																																																																																														
M SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		<table border="1"> <tr> <td>Gérard Hecké CPI 95-1201</td> <td>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</td> </tr> <tr> <td>Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410</td> <td></td> </tr> </table>	Gérard Hecké CPI 95-1201	VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410																																																																																									
Gérard Hecké CPI 95-1201	VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI																																																																																													
Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410																																																																																														

Procédé de délimitation d'un élément conducteur disposé sur une couche isolante, dispositif et transistor obtenus par ce procédé

5 Domaine technique de l'invention

L'invention concerne un procédé de délimitation d'un élément conducteur disposé sur une couche isolante, comportant le dépôt d'une couche conductrice sur la face avant de la couche isolante disposée sur un substrat, la formation d'un masque sur au moins une zone de la couche conductrice destinée à former l'élément conducteur, de manière à délimiter dans la couche conductrice au moins une zone complémentaire non-recouverte par le masque, et l'enlèvement du masque.

15

État de la technique

Les dispositifs micro-électroniques comportent souvent des éléments conducteurs 1 (figure 3) séparés d'un substrat 4 par une couche isolante 2 très fine. Par exemple, la grille des transistors de type MOS (« metal oxide semiconductor : MOS ») de différentes natures, en particulier métallique, est séparée du substrat semi-conducteur par une couche isolante dont l'épaisseur peut être de l'ordre de quelques nanomètres. Un procédé typique de réalisation d'un tel élément conducteur est illustré aux figures 1 à 3. La formation de l'élément conducteur 1 est effectuée par dépôt d'une couche en matériau conducteur 3 sur une couche isolante 2, disposée sur un substrat 4, et délimitation par gravure de la couche en matériau conducteur 3 à travers un masque 5 en résine qui est ensuite enlevé. Le masque est formé sur une zone 6 de la couche conductrice 3 destinée à former l'élément conducteur 1, délimitant

ainsi, dans la couche conductrice et la couche isolante, des zones complémentaires 7 non-recouvertes par le masque 5. Or, la gravure peut dégrader (par exemple déformer ou oxyder) les zones complémentaires 7 de la couche isolante 2 et le substrat 4, ce qui est d'autant plus difficile à éviter que l'épaisseur de la couche isolante 2 est faible. Certes, une gravure du matériau conducteur 3 sélective par rapport au matériau de la couche isolante 2 permet d'arrêter la gravure avant d'atteindre le substrat 4. Cependant une gravure sélective est difficile à obtenir. Par exemple, la gravure du nitrure de titane (TiN) est typiquement effectuée par des procédés à base d'hydrofluorocarbures (CH_xF_y). Les mêmes procédés sont utilisés pour la gravure d'oxydes, en particulier de la silice (SiO_2). La sélectivité de la gravure d'une couche isolante par rapport au TiN est donc très faible et la dégradation de l'oxyde, voire un percement de la couche isolante et la dégradation du substrat sous-jacent, inévitable.

15

Dans certains procédés connus, le substrat 4 peut être oxydé ou déformé en fin de gravure à travers la couche isolante 2. Cette oxydation peut être désavantageuse, notamment dans le cas d'un substrat de type SOI (« silicon on insulator : SOI ») comportant une couche active très fine, dont la résistance est ainsi fortement augmentée.

20

Objet de l'invention

25 L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, en particulier, de délimiter un élément conducteur disposé sur une couche isolante sans dégradation de la couche isolante et du substrat, afin de préserver les caractéristiques de résistance du dispositif.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que, après formation du masque, les zones complémentaires de la couche conductrice sont rendues isolantes.

5 Selon un développement de l'invention, les zones complémentaires de la couche conductrice sont rendues isolantes par oxydation.

Selon un mode de réalisation préférentiel, l'oxydation des zones complémentaires de la couche conductrice comporte, avant l'enlèvement du masque, une implantation d'oxygène.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé comporte un recuit de stabilisation et d'évaporation de manière à ce que le matériau de la couche conductrice et l'oxygène implanté forment un oxyde volatil, la couche conductrice s'évaporant au moins en partie.

15 Selon un développement de l'invention, le dépôt de la couche conductrice comporte une première étape, de dépôt d'une première couche conductrice, et une seconde étape, de dépôt d'une seconde couche conductrice sur la face avant de la première couche conductrice.

20 Selon un développement de l'invention, l'oxydation des zones complémentaires de la couche conductrice comporte une oxydation thermique après enlèvement du masque, de manière à ce que la surface de la seconde couche conductrice soit oxydée sur les parois latérales et sur la face avant et que les zones complémentaires de la première couche conductrice soient oxydées sur toute 25 l'épaisseur de la première couche conductrice.

L'invention a également pour objet un dispositif obtenu par le procédé ci-dessus, la zone de la seconde couche conductrice faisant saillie à la périphérie de la

zone de la première couche conductrice, et un transistor comportant une électrode de grille réalisée par le procédé ci-dessus.

5 Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

10 Les figures 1 à 3 représentent un procédé selon l'art antérieur.
Les figures 4 à 6 représentent un mode de réalisation particulier d'un procédé selon l'invention.

15 Les figures 7 à 10 représentent un autre mode de réalisation particulier d'un procédé selon l'invention, comportant le dépôt de deux couches conductrices superposées et une gravure.
Les figures 11 et 12 représentent des étapes d'un mode de réalisation particulier d'un procédé selon l'invention, comportant une oxydation thermique.

20 Les figures 13 et 14 représentent des étapes d'un mode de réalisation particulier d'un procédé selon l'invention, comportant un recuit de stabilisation et d'évaporation.
Les figures 15 et 16 représentent des étapes d'un mode de réalisation particulier d'un procédé selon l'invention, comportant une oxydation thermique et une évaporation.

25

Description de modes particuliers de réalisation.

La figure 4 montre l'empilement d'un substrat 4 semi-conducteur (par exemple Si, Ge, SiGe), d'une couche isolante 2 et d'une couche conductrice 3. Un masque 5 est disposé en face avant, sur la zone 6 de la couche conductrice 3, destinée à former l'élément conducteur, délimitant ainsi, dans la couche conductrice, les zones complémentaires 7, non-recouvertes par le masque 5. Le masque 5 peut être en résine ou constitué d'une bicouche (une couche de résine organique et une couche sacrificielle minérale, appelée « masque dur »). Afin de délimiter un élément conducteur, les zones complémentaires 7 de la couche conductrice 3 sont rendues isolantes lors du procédé selon l'invention.

5 Comme représenté à la figure 5, les zones complémentaires 7 de la couche conductrice sont oxydées sur toute l'épaisseur de la couche conductrice, tandis que la zone 6 de la couche conductrice est protégée par le masque 5. Le matériau de la couche conductrice est choisi parmi les matériaux dont l'oxyde est isolant de sorte que les zones complémentaires 7 ne soient plus

10 conductrices après oxydation. Par exemple, les zones complémentaires 7 de la couche conductrice 3 peuvent former, après oxydation, un oxyde solide dans lequel les atomes d'oxygène et les atomes du matériau conducteur sont intégrés dans un seul réseau cristallin, les atomes d'oxygène se substituant, par exemple, aux atomes du matériau conducteur. Ainsi, l'élément conducteur 1 est

15 formé par les parties non-isolantes, notamment non-oxydées, de la couche conductrice, tandis que les zones rendues isolantes forment une barrière latérale de l'élément conducteur. Ensuite, le masque 5 est enlevé (figure 6).

20

Dans un mode de réalisation particulier, représenté à la figure 7, la couche conductrice 3 est constitué par des première et seconde couches conductrices 3a et 3b superposées. Le masque 5 est formé au-dessus des couches 3a et 3b. La seconde couche conductrice 3b peut être gravée avant oxydation de la couche 3a. Comme représenté à la figure 8, lorsque les zones complémentaires

7 de la seconde couche conductrice 3b sont enlevées par la gravure, seule la zone 6b de la seconde couche conductrice 3b est conservée.

5 Les zones complémentaires 7 de la première couche conductrice 3a peuvent ensuite être oxydées par une implantation d'oxygène, la zone 6a de la première couche conductrice 3a étant protégée par le masque 5 (figure 9). L'implantation est, par exemple, effectuée par accélération d'ions oxygène ou par un procédé de gravure ionique réactive (« reactive ion etching : RIE »). Puis, le masque 5 est enlevé (figure 10). On peut ensuite procéder à une stabilisation thermique de l'état métastable de la couche comportant l'oxygène implanté par un recuit sous atmosphère inerte, par exemple une atmosphère d'argon. L'élément conducteur 1 est alors formé par la superposition de la partie résiduelle (zone 6b) de la couche 3b et par la partie non-oxydée (zone 6a) de la couche 3a.

10 15 Dans une variante de réalisation, le masque 5 est enlevé (figure 11) après gravure de la seconde couche conductrice 3b (figure 8). Les zones complémentaires 7 de la première couche conductrice 3a sont ensuite oxydées par oxydation thermique. Dans ce cas, représenté à la figure 12, le matériau de la seconde couche conductrice 3b est oxydé en surface à la fois sur ses parois latérales et sur sa face avant, tandis que les zones complémentaires 7 de la première couche conductrice 3a sont oxydées sur toute l'épaisseur de la première couche conductrice 3a. La diffusion des atomes à haute température dans les matériaux peut également conduire à une oxydation périphérique de la zone 6a de la première couche conductrice 3a sous la seconde couche conductrice 3b, comme représenté à la figure 12.

20 25

La première couche conductrice 3a est, de préférence, en TiN et la seconde couche conductrice 3b en silicium polycristallin. Ainsi, un oxynitrite TiO_xN_y se forme lors de l'oxydation.

Dans une autre variante de réalisation, le procédé comporte un recuit de stabilisation et d'évaporation après une implantation d'oxygène utilisant des techniques du type implantation ionique ou plasma. La figure 13 illustre l'évaporation des zones complémentaires 7 oxydées de la première couche conductrice. En effet, pendant le recuit, le matériau de la première couche conductrice 3a et l'oxygène implanté forment un oxyde volatil et les zones complémentaires 7 oxydées de la couche conductrice 3a s'évaporent. Selon la durée du recuit ou la dose d'oxygène implanté, les zones complémentaires s'évaporent en partie (figure 13) ou en totalité (figure 14). L'enlèvement du masque 5 peut être effectué après le recuit si le masque est minéral. Dans le cas d'un masque en résine, il s'enlève avant.

Pour l'application du procédé avec évaporation, le matériau de la première couche conductrice 3a est, de préférence, pris dans le groupe comprenant le tungstène, le molybdène, le nickel et le cobalt, et le matériau de la seconde couche conductrice 3b est du silicium polycristallin, un nitrule métallique ou un siliciure métallique comportant, par exemple, du tungstène, du tantalum ou du molybdène (WSi_x , $MoSi_x$, $TaSi_x$).

Par exemple, en utilisant une première couche conductrice 3a en tungstène, les atomes d'oxygène sont implantés dans le cristal de tungstène dans un état métastable, par exemple sur des sites interstitiels. Un oxyde de tungstène se forme ensuite pendant le recuit de stabilisation. L'oxyde de type WO_x (x étant compris entre 1 et 3) est volatil et s'évapore. Typiquement ce phénomène peut être obtenu au-dessus de 200°C. Dans le cas de cette technique, la diffusion latérale d'oxygène est quasiment supprimée et l'oxydation périphérique de la zone 6a de la première couche conductrice 3a sous la zone 6b de la seconde couche conductrice 3b, représentée à la figure 12, est très faible.

Dans un autre développement du procédé avec évaporation, représenté aux figures 15 et 16, un oxyde volatil est formé par oxydation thermique à partir du matériau de la couche conductrice 3 et de l'oxygène. Sur la figure 15, la couche conductrice 3 est constituée par une première couche conductrice 3a et une seconde couche conductrice 3b gravée. Après enlèvement du masque 5 en résine, l'oxydation thermique peut être effectuée dans un four, par exemple à une température supérieure à 200°C pour le tungstène. Dans ce cas, un oxyde volatil du tungstène WO_3 se forme et s'évapore. Les figures 15 et 16 illustrent ce processus respectivement en cours d'évaporation et après évaporation complète. Ce processus favorise la diffusion des atomes d'oxygène dans le matériau conducteur et la périphérie de la zone 6a de la première couche conductrice 3a est oxydée sous la zone 6b de la seconde couche conductrice 3b. Ainsi, cette zone périphérique s'évapore également et on obtient un dispositif dont la zone 6b de la seconde couche conductrice 3b fait saillie à la périphérie de la zone 6a de la première couche conductrice 3a. La zone 6a de la première couche conductrice 3a est alors réduite. Afin de limiter la réduction de la zone 6a et une dégradation du substrat 4, l'oxydation thermique peut être arrêtée dès que la seconde couche conductrice s'est évaporée ou juste avant. Les zones complémentaires 7 rendues isolantes peuvent alors présenter, de préférence, une épaisseur au moins égale à une couche atomique. Comme représenté aux figures 15 et 16, le matériau de la seconde couche conductrice 3b est oxydé en surface sur les parois latérales et sur la face avant.

L'électrode de grille d'un transistor peut être réalisée par le procédé décrit ci-dessus. Dans ce cas, le substrat 4 est constitué par une couche active en matériau semiconducteur, par exemple en silicium homogène ou silicium sur isolant (SOI). Le procédé selon l'invention permet de délimiter l'électrode de grille en évitant une déformation des zones du substrat correspondant aux

zones complémentaires 7 et en évitant la diffusion des espèces oxydantes dans la couche active ou dans la couche isolante entre l'électrode de grille et la couche active. La réalisation de l'électrode de grille par deux couches superposées 3a et 3b présente plusieurs avantages. Cela permet, notamment, 5 de réduire les contraintes exercées par le matériau conducteur sur l'isolant, de masquer des implantations source et drain effectuées après la réalisation de l'électrode de grille, d'assurer un contact avec les interconnexions, d'éviter toute oxydation du matériau de grille postérieure à la réalisation de l'électrode de grille et de protéger le matériau de grille d'une métallisation (siliciumation) auto-alignée 10 de la source et du drain.

Revendications

1. Procédé de délimitation d'un élément conducteur (1) disposé sur une couche isolante (2), comportant le dépôt d'une couche conductrice (3) sur la face avant de la couche isolante (2) disposée sur un substrat (4), la formation d'un masque (5) sur au moins une zone (6) de la couche conductrice (3) destinée à former l'élément conducteur (1), de manière à délimiter dans la couche conductrice au moins une zone complémentaire (7) non-recouverte par le masque (5), et l'enlèvement du masque (5), procédé caractérisé en ce que, après formation du masque (5), les zones complémentaires (7) de la couche conductrice (3) sont rendues isolantes.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les zones complémentaires (7) de la couche conductrice (3) sont rendues isolantes par oxydation.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'oxydation des zones complémentaires (7) de la couche conductrice (3) comporte, avant l'enlèvement du masque (5), une implantation d'oxygène.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte un recuit de stabilisation et d'évaporation, de manière à ce que le matériau de la couche conductrice (3) et l'oxygène implanté forment un oxyde volatil, la couche conductrice (3) s'évaporant au moins en partie.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les zones complémentaires (7) rendues isolantes ont une épaisseur au moins égale à une couche atomique.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte, en fin d'oxydation, une étape de stabilisation thermique sous atmosphère inerte.

5

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que le dépôt de la couche conductrice (3) comporte une première étape, de dépôt d'une première couche conductrice (3a), et une seconde étape, de dépôt d'une seconde couche conductrice (3b) sur la face avant de la première couche conductrice (3a).

10

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte, après la formation du masque (5) et avant l'oxydation, une gravure de la seconde couche conductrice (3b).

15

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'oxydation des zones complémentaires (7) de la couche conductrice (3) comporte une oxydation thermique après enlèvement du masque (5), de manière à ce que la surface de la seconde couche conductrice (3b) soit oxydée sur les parois latérales et sur la face avant et que les zones complémentaires (7) de la première couche conductrice (3a) soient oxydées sur toute l'épaisseur de la première couche conductrice (3a).

20

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que la première couche conductrice (3a) est en TiN et la seconde couche conductrice (3b) est en silicium polycristallin.

25

11. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, pendant l'oxydation thermique, le matériau de la couche conductrice (3) et l'oxygène forment un

oxyde volatil, la couche conductrice (3) s'évaporant au moins en partie pendant l'oxydation thermique.

5 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que le matériau de la première couche conductrice (3a) est pris dans le groupe comprenant le tungstène, le molybdène, le nickel et le cobalt, et le matériau de la seconde couche conductrice (3b) est du silicium polycristallin.

10 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les zones complémentaires (7) de la couche conductrice (3) forment, après oxydation, un oxyde solide.

15 14. Dispositif comportant un élément conducteur (1) disposé sur une couche isolante (2), caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, la zone (6b) de la seconde couche conductrice (3b) faisant saillie à la périphérie de la zone (6a) de la première couche conductrice (3a).

20 15. Transistor comportant une électrode de grille, caractérisé en ce que l'électrode de grille est réalisée par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

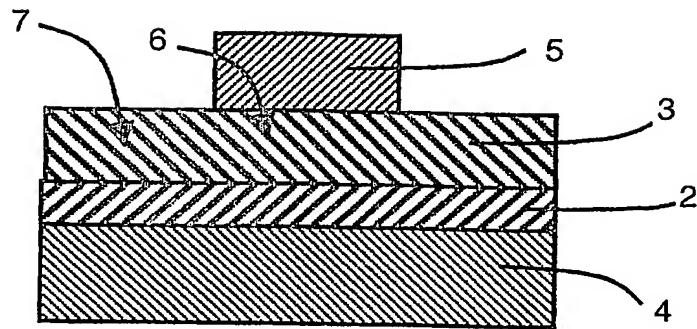


Figure 1 (Art antérieur)

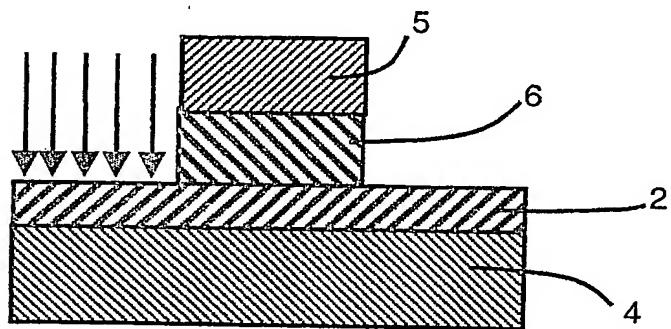


Figure 2 (Art antérieur)

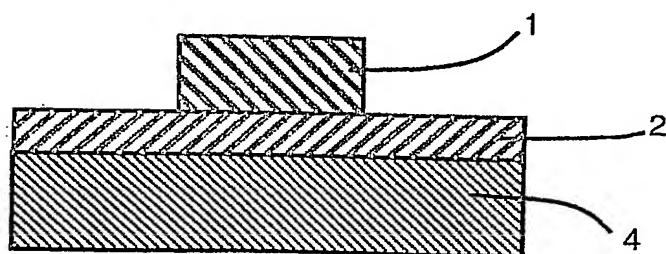


Figure 3 (Art antérieur)

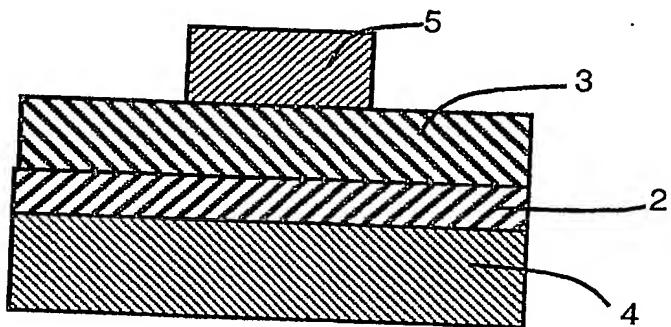


Figure 4

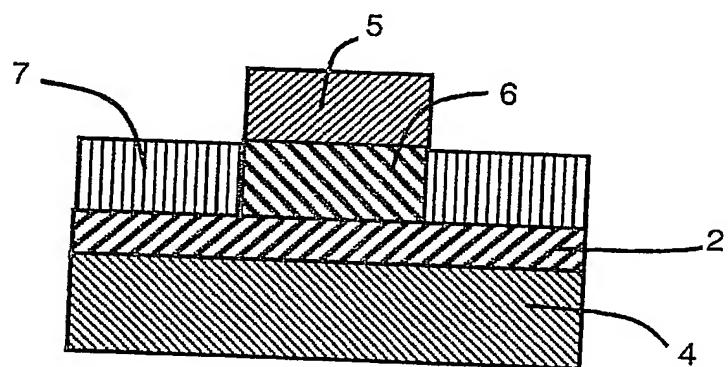


Figure 5

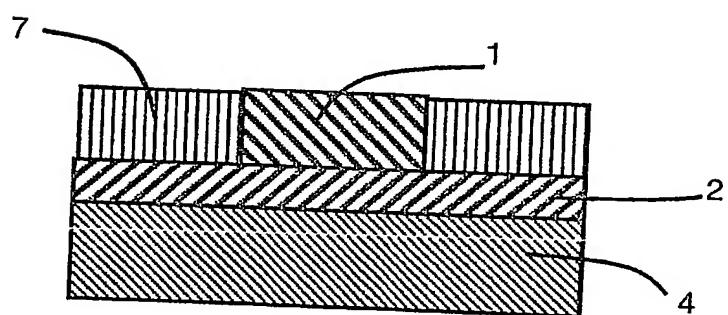


Figure 6

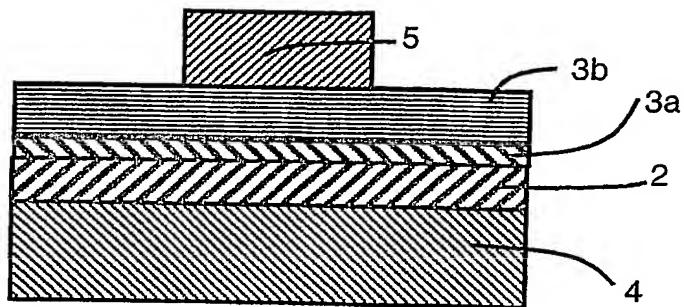


Figure 7

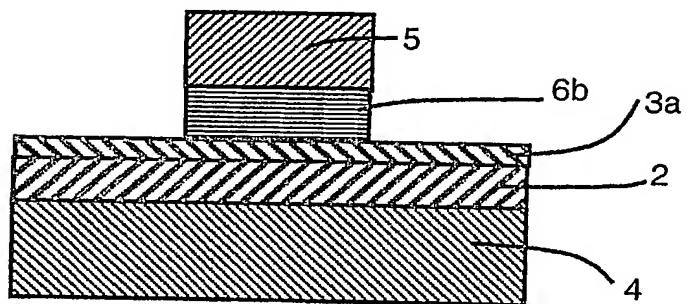


Figure 8

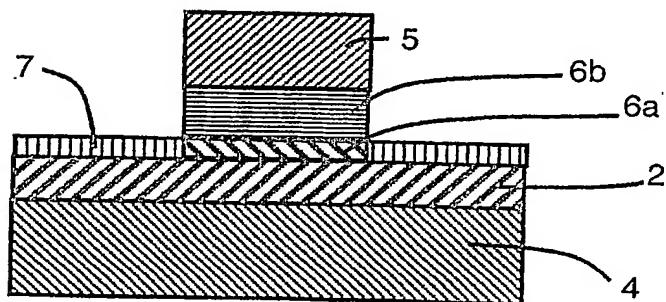


Figure 9

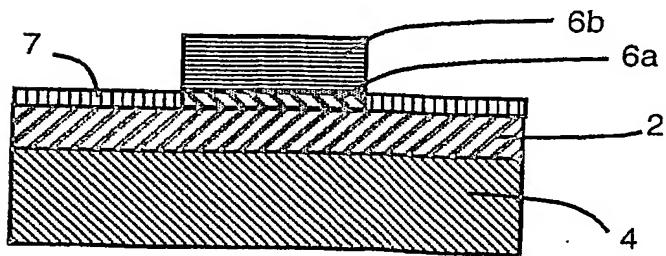


Figure 10

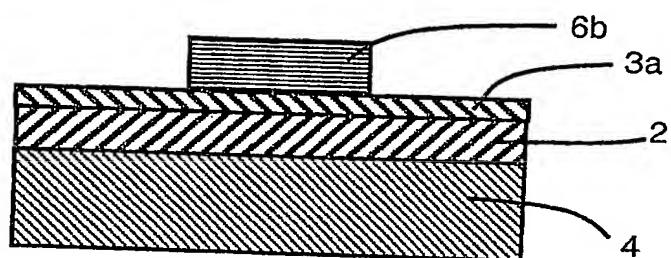


Figure 11

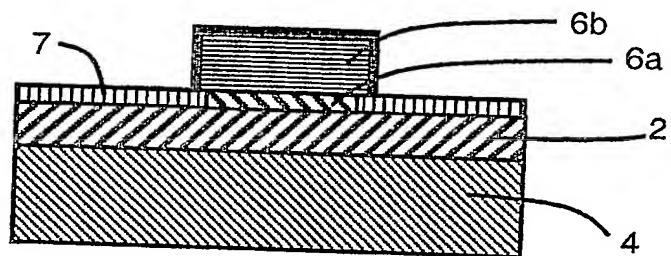


Figure 12

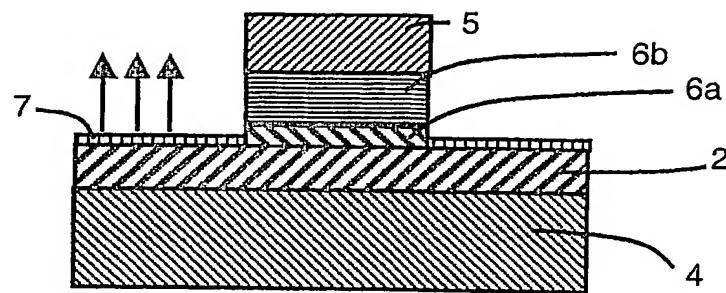


Figure 13

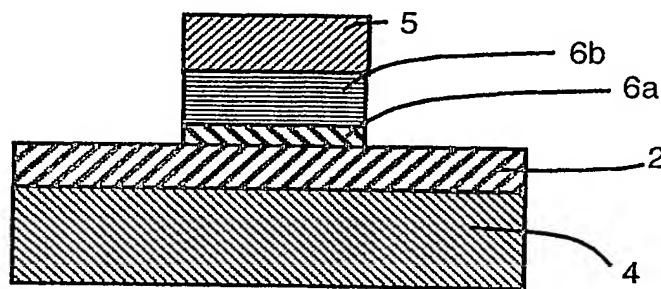


Figure 14

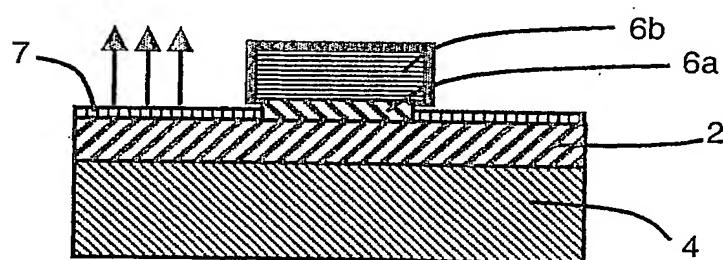


Figure 15

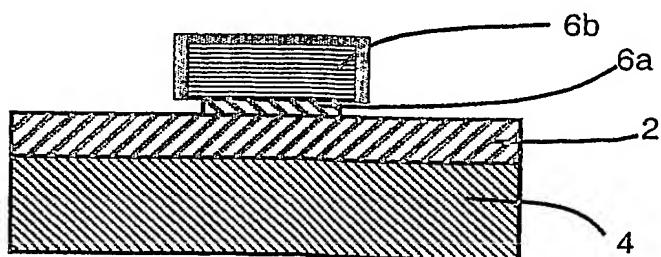


Figure 16



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235*0



DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1/1

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)

PA1679FR

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

0302721

TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Procédé de délimitation d'un élément conducteur disposé sur une couche isolante, dispositif et transistor obtenus par ce procédé

LE(S) DEMANDEUR(S) :

Commissariat à l'Energie Atomique

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :

<input checked="" type="checkbox"/>	Nom	Deleonibus
Prénoms		Simon
Adresse	Rue	40, Allée des Giteaux
		La Chanteraire
Code postal et ville		38640 Claix
Société d'appartenance (facultatif)		
<input checked="" type="checkbox"/>	Nom	
Prénoms		
Adresse	Rue	
Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)		
<input checked="" type="checkbox"/>	Nom	
Prénoms		
Adresse	Rue	
Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)		

S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivie du nombre de pages.

DATE ET SIGNATURE(S)

DU (DES) DEMANDEUR(S)

OU DU MANDATAIRE

(Nom et qualité du signataire)

Gérard Hecké
CPI 95-1201

Marie-Andrée Jouvray
CPI 01-0410

PCT/FR2004/000467

